

# PENSAMIENTO COMPLEJO ABSTRACTO EN EL AULA

---

## Complex abstract thinking in the classroom

JAIME RAFAEL YANES GUZMÁN\*

Academia de Estudios e Investigación Complexus Edgar Morín / Santiago-Chile  
jaimeyanesguz@gmail.com

---

### Resumen

Actualmente impera en nuestra sociedad el pensamiento lineal cartesiano. Esto ha provocado en el mundo actual una profunda crisis social, cultural y política. La educación también es atravesada por esta crisis. Los cambios que han ocurrido en el mundo que transitó desde un largo período industrial a uno distinto caracterizado por la información, las comunicaciones, la movilidad, el desarrollo del conocimiento y la complejidad, no ha tenido aún su correlato en la forma de comprenderla.

El actual paradigma cartesiano o ingenieril impide que las actuales generaciones sepan vivir en la sociedad contemporánea. Esto ha significado un daño planetario de enormes proporciones que puede poner en tela de juicio incluso la vida humana. En necesario, entonces, la construcción de una nueva forma de pensar.

Una de las tareas académicas más importantes en la actualidad es tratar de determinar las carencias cognitivas de la humanidad y cómo éstas se trasladan a la educación. Al mismo tiempo, se plantea la misión de superarlas, de descubrir la manera de configurar una nueva forma de pensar, de formar, de educar, una nueva epistemología paradigmática que nos permita entender nuestro hogar planetario a través de un paradigma sistémico, holístico, lógico, transdisciplinar y complejo.

Desde esta perspectiva es posible provocar los cambios trascendentales que la educación y la formación de los ciudadanos necesitan para entregar una visión compleja y de calidad a los niños, jóvenes estudiantes y los profesionales que hoy día están emergiendo desde las universidades.

---

### Palabras clave

Abstracción, complejidad, lógica, transdisciplinar, sistémico, aprendizaje.

**Forma sugerida de citar:** Jaime Rafael Yanes Guzmán (2016). Pensamiento complejo abstracto en el aula. *Sophia*, colección de Filosofía de la Educación, 21(2), pp. 121-141.

---

\* Licenciado en Ciencia Política. Especialización en Teoría de Sistemas Políticos y del Estado en la Universidad Kliment Ojridski de Bulgaria. Doctor en Filosofía por la Academia de Ciencias y de Tecnologías de Bulgaria. Doctor en Pensamiento Complejo por La Multiversidad Mundo Real Edgar Morin de México. Académico del Claustro de Profesores Multiversidad Edgar Morín. Publicaciones en diversos medios Latinoamericanos.

### Abstract

Currently it prevails in our society the Cartesian linear thinking. This has resulted in today's world a profound social, cultural and political crisis. Education also is crossed by this crisis. The changes that have occurred in the world transitioned from a long industrial period to a different one characterized by information, communications, mobility, development of knowledge and complexity, has not yet had its counterpart in the way of understanding

The current Cartesian or engineering paradigm prevents current generations know how to live in contemporary society. This has meant a daunting planetary damage that can put into question even human life. In necessary, then the construction of a new way of thinking

One of the most important academic tasks today is to try to determine the cognitive deficits of humanity and how they are transferred to education. At the same time, the mission of overcoming them, to discover how to set up a new way of thinking, to train, to educate, a new paradigm epistemology that allows us to understand our planetary home through a systemic, holistic paradigm, logical arises, transdisciplinary and complex

From this perspective it is possible to cause the momentous changes that education and training of citizens need to deliver a complex vision and quality to children, young students and professionals today are emerging from universities

### Keywords

Abstraction, complexity, logic, transdisciplinary, systemic, learning.

122



## Introducción

A pesar de vivir en una sociedad de alta complejidad, los habitantes del planeta siguen viendo los sucesos que nos afligen de manera lineal cartesiana. Con esta mirada están provocando una profunda crisis en todas las esferas de nuestro mundo, amenazando con ello incluso su existencia. Entender esta crisis nos obliga a comprender las actuales propiedades de nuestra sociedad y el entorno en que vivimos de manera distinta a como se ha hecho hasta el momento. Ya no basta con estudiar las características secundarias del que hacer planetario como simples percepciones. El objetivo de este artículo es presentar lo que creemos son las nuevas exigencias de la complejidad que nos obligan a entender los sucesos del orbe con nuevas abstracciones<sup>1</sup> científicas que nos proporcione una idea de la realidad más allá de las sensaciones inmediatas. Los hechos que afligen a nuestra sociedad no pueden seguir siendo observados en los diversos centros académicos de manera aislada unos de otros, desvinculados entre sí.

Nuestro objetivo es tratar de demostrar que la abstracción compleja de las cosas resulta de la generalización de las propiedades esenciales de una gran cantidad de hechos individuales. Esto nos exige generalizar la totalidad de los hechos posibles de conocer a través de conceptos, categorías y leyes que reflejen los vínculos esenciales, internos de los fenómenos y sus relaciones externas con los demás hechos.

El pensamiento abstracto y la conciencia del ser humano (Yanes, 2015) reflejan subjetivamente en alumnos y alumnas pero con un toque de objetividad, el mundo que nos rodea, la naturaleza y la vida social. El pensamiento y la conciencia se desarrollan en el transcurso de su historia por la práctica social de la humanidad, en su trabajo cotidiano transformando la naturaleza.

El pensamiento complejo<sup>2</sup> abstracto que se debe desarrollar en la sala de clase debe tender a penetrar las leyes de la naturaleza, la sociedad y el cosmos. La importancia de esta nueva forma de pensar hace posible la actividad práctica consciente de los y las estudiantes y sus profesores.

La lógica se desarrolla a partir del conocimiento de estas leyes del desarrollo de todas las cosas materiales, naturales y espirituales, del devenir y del conocimiento del universo. La lógica surge de esta manera desde la comprensión del mundo circundante en la conciencia subjetiva del discente. Ella desarrolla sus leyes al estudiar todos los aspectos y vínculos del mundo real. Pero al mismo tiempo, busca entender las cosas en su devenir, en su auto movimiento, en su complejidad, en su desarrollo, en sus transformaciones permanentes, comprendiendo de esta manera los pasos de una forma a otra de todos los objetos y sucesos.

La lógica dialéctica se transforma en dialógica del pensamiento; las leyes del pensar dialéctico en leyes del pensamiento. Esto nos permite afirmar que los conceptos y las categorías, no reflejando absolutamente la realidad objetiva “tal cual es”, expresan en el pensamiento subjetivo de los educandos esa realidad, es decir, reflejan la realidad en los marcos de la subjetividad de cada uno de ellos, como son cada uno de los observadores. Pero además los conceptos y categorías del pensamiento complejo abstracto están ligados entre sí, interactuando con los fenómenos a los cuales pretende explicar.

La lógica dialéctica compleja o dialógica del pensamiento abstracto es la interdependencia de todos los conceptos y las transiciones mutuas entre ellos. Y esta dialógica, al igual que el pensamiento, surge desde el terreno de la actividad práctica de los discípulos. La importancia de aproximarnos a este nuevo paradigma del pensamiento consiste en que nos permitirá sortear de mejor manera la actual crisis que vive la sociedad planetaria.

Desde esta perspectiva, todo lo señalado anteriormente es fundamental para entender el desarrollo de la actual sociedad compleja. Para ello se analizarán distintos autores que nos plantean la necesidad de un pensamiento abstracto lógico y complejo o dialógico para comprender nuestro mundo. Presentaremos en este artículo temas importantes como construcción y desconstrucción constante del pensamiento, teoría de la



autopoiésis, comprensión del significado de la mundialidad del cerebro, enfoques cognitivos, pensamiento transdisciplinar, entre otros temas.

## La crisis del viejo paradigma industrial

Andrade et al. (2001), recuerdan que todo período histórico crea en ese espíritu de los tiempos en que se vive, un determinado modo de comprender el mundo que lo rodea, que lo expresa y que se plasma en las aulas de las escuelas. Con esa visión epistémica, con esa cultura, con ese espíritu, con ese paradigma, en los hemisferios de las escuelas se le da significado a la vida y a las cosas de la vida, delineando al mismo tiempo, un modo de pensar y generar conocimientos en los alumnos y alumnas, un modo de hacer las cosas y un modo de ser, como asimismo metodologías, métodos y técnicas de evaluación.

En la sociedad industrial (Yanes, 2012), la ciencia tradicional positivista obligaba a las escuelas y sus salas de clases a funcionar con principios como la objetividad del conocimiento, la simple descripción de las cosas, el análisis desagregando la realidad en sus partes más pequeñas, en las relaciones de causa y efecto lineales y, con ello, en la absolutización del determinismo en el surgimiento de los fenómenos y de los sucesos, la validez indiscutible de la experiencia sensible, el análisis de procesos, la lógica formal aristotélica y la verificación empírica como única forma de entender que un suceso es real. El cartesianismo carga el enfoque de los estudiantes en el estudio de los casos aisladamente considerados, hacen hincapié en el análisis de los componentes, con frecuencia, a expensas del contexto.

Hawking (2008) denuncia que desde la física clásica, se señalaba la posibilidad de evaluar y medir la realidad a través de un conjunto de condiciones iniciales, una cantidad determinada de causas que son las que definirían el comportamiento de sucesos con casi absoluta certeza. Hawking (2004) agrega en otro artículo, que la física tradicional plantea que la existencia de determinadas causas provocaba determinadas consecuencias y que las mismas causas provocaban situaciones iguales, es decir, en condiciones idénticas, los resultados deberían ser también idénticos. Resumiendo, podemos señalar que para el positivismo existen las certezas de la emergencia de determinados sucesos porque hay entendimiento de las causas de ellos. En fin, es una teoría determinista, de relación de causa-efecto que invade la escuela y sus aulas y las relaciones profesores-alumnos/as.

## Un nuevo paradigma para la sala de clases

Frente a la actual crisis planetaria, es urgente hoy día construir un nuevo paradigma que plantee un modelo pedagógico liberador de alumnos y tutores, que supere la tradicional contradicción educador-educandos como una forma de establecer una relación dialógica en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Se trata de configurar en el aula<sup>3</sup> un proceso donde no hay maestros y estudiantes, sino que ambos enseñan y aprenden al mismo tiempo. La centralidad está en ambos y a partir de ahí crecen en comunión mediatizados por el entorno en que están situados. Freire (1969) rechaza la idea tradicional de educación bancaria, donde los educandos son dóciles receptores de saberes, depósitos de almacenaje de los mensajes de los educadores. Por el contrario, el aula exige un educando como un investigador crítico en diálogo constante con el educador, la realidad y las redes.

El rol del educador es proporcionar las condiciones para que el educando reconstruya constantemente sus propios conocimientos, entregue educación –como señala Freire– en la perspectiva de una práctica de la libertad, donde el hombre y la mujer no se conciben en forma abstracta, aislados, desligados del mundo y éste separado del ser de lo humano, porque hombres y mujeres son seres situados.

Desde estos dominios de acción los pupilos deben pensarse a sí mismo como una realidad en constante transformación, no quieta, donde siempre está pasando algo, como señala Freire (2012), como un mundo en proceso de construcción y desconstrucción, para volver a rearmarse en una situación de permanente incertidumbre. La educación debe tener presente esta situación de mundo inacabado, y de ahí entender que la propia educación es incompleta porque corresponde a la condición de ser histórico del ser humano/estudiante, un ser vivo en constante proceso de autocreación, autopoiesis<sup>4</sup>. Esta característica de los educandos (Yanes, 2011) permite enfrentar los procesos de formación como procesos en los que los alumnos deben apropiarse de su propia realidad histórica y transformarla en un desafío permanente de superación constante de sí mismo en compañía solidaria de los otros en dominios de praxis colectiva.

## Campbell y la mundialidad del cerebro

La crisis de la sociedad actual se fundamenta también en el desarrollo tecnológico que hoy día atraviesa a la sociedad. Este desarrollo de la ciencia y

la tecnología ha permitido el surgimiento de la era de la inteligencia artificial. Asumir exitosamente este proceso exige la construcción de un nuevo sistema conceptual lógico que nos facilite comprender la construcción de máquinas inspiradas en el cerebro humano. Han pretendido imitar las miles de conexiones que él tiene. Según Campbell (1997), el cerebro puede ejecutar hasta doscientos billones de operaciones en un segundo simultáneamente. Éste no llega serialmente a una conclusión, paso a paso a partir de determinadas premisas o programa, como lo podría hacer un computador. El cerebro humano carece de estos programas, y lo que hace es analizar sucesos a partir de una vasta red de conocimientos, de visiones, de valores adquiridos en su mundialidad, en su vivir constante.

Las computadoras hacen cálculos y superan a la mente humana con sus capacidades maratónicas para manipular números. Trabajan con algoritmos que son instrucciones precisas para resolver problemas y que están programados en la máquina que computa. Esos algoritmos no pueden actuar como la mente humana, que frente a un determinado conjunto de información puede descartar parte importante de ella porque podría estimar que no le sirve. La máquina, por el contrario, la utilizaría toda si el programa así lo tiene estipulado. Son máquinas que no pueden lidiar con el mundo real. Porque no poseen los aspectos mundanos lógicos de la inteligencia, contruidos en el largo proceso de desarrollo de la especie humana y que orientan nuestra cotidianidad. No poseen las características del razonamiento humano dialógico que permite trabajar con agrupamientos de sucesos y a partir de ellos, llegar a conclusiones interesantes.

Esta mundialidad vinculada al conocimiento es una ciencia aún en pañales se separa radicalmente de lo que se denomina sólo como información: no es lo mismo información que conocimiento. El conocimiento no es sólo lógico, es además la historia del cerebro, y en ese sentido los discentes entendidos como seres energocibernéticos<sup>5</sup> hacen posible su viaje por el espacio porque son capaces de tomar decisiones con los conocimientos que poseen, adquiridos en el contexto cotidiano de su actividad, lo cual les permite entender la información que reciben, transformándolos en nuevos conocimientos. Podríamos decir que el ser energocibernético, a partir de sus saberes ya sabidos transforma la nueva información en saberes por conocer, es decir, en nuevos conocimientos.

La Inteligencia Artificial es un universo abstracto y vacío de cosas materiales, pasivo, mera copia de la experiencia. Según Campbell, Piaget plantea que el conocimiento es activo y que va cambiando en los distintos períodos de desarrollo del ser humano, porque la mente va dotando de sentido al mundo y a alumnos y alumnas, que se plasman en principios

que constituyen su estructura cognitiva y que va construyendo en su interacción con el entorno. La inteligencia de los discípulos en la sala de clases se manifiesta porque tiene estructuras innatas en su sistema nervioso que le da conocimientos previos. Son conjeturas como, según Campbell (1997, p. 190), lo señala Popper, "...redes en las que tratamos de atrapar al mundo real". Este autor señala que las opiniones que tenemos no son espejos de la realidad, sino que sólo un conjunto de relaciones que nos permiten interpretar esa realidad con los datos que recibimos.

Los discentes como seres energocibernéticos deben ser capaces de construir constantemente esas visiones pertinentes y adecuadas para entender las perturbaciones que el mundo les gatilla constantemente. Y estas visiones no son productos de la existencia de algún patrón que brotó de algún modo, sino que son redes neuronales específicas que evolucionan y aprenden constantemente, se trata de esa mundialidad de que habla Campbell, de esa historia del vivir en el mundo, desde los orígenes del ser humano como tal, una inteligencia mundana desde el comienzo de sus tiempos, característica que la inteligencia artificial no tiene.

## Enfoque cognitivo piagetano

El desarrollo cognitivo es fundamental para superar la actual crisis del conocimiento que dificulta entender las características del mundo actual. Piaget e Inhelder (1973) señalan respecto al desarrollo cognitivo, que él se encuentra en el centro del organismo humano. El desarrollo del ser humano se consigue a partir de las estructuras cognitivas que construye y que va renovando constantemente en un proceso de interacción entre la realidad y estas estructuras, choque en el cual los conocimientos previos se van acomodando a lo nuevo. Esta concordancia entre los esquemas cognitivos y el medio y que permite a los discípulos adaptarse al medio que lo rodea en una interacción con los demás estudiantes y profesores a través del lenguaje, alcanzando con ello estabilidad cognoscitiva.

En esta perspectiva el proceso de aprendizaje de los seres humanos según el mismo Piaget, es un proceso de construcción muy personal a partir de las estructuras culturales mentales que el sujeto ya posee. Sobre esta base se ha levantado el enfoque curricular cognitivo que identifica los objetivos de la educación en el fortalecimiento y perfeccionamiento de los procesos intelectuales y las destrezas cognitivas para formar un estudiante adaptativo e interactivo que se desarrolla sin límites en forma autónoma.

En la misma dirección que plantea este autor, Gagné (1970) afirma que el aprendizaje es un cambio conductual, un cambio en la capacidad humana de carácter duradero. Por ello el alumno debe fortalecer su estructura cultural constantemente y desarrollar sus destrezas intelectuales como conceptos y reglas, y estrategias cognoscitivas con relación a su atención, lectura, memoria, pensamiento, etc. Estas destrezas cognoscitivas, según el mismo autor, son organizadores previos que permiten a las personas regir su propio proceso de aprendizaje y desarrollo de sus estructuras cognitivas. Desde esta perspectiva, el profesor en el aula juega el rol de facilitar los procesos cognitivos abstractos lógicos de sus alumnos que les permita percibir, asimilar y almacenar conocimientos fortaleciendo sus destrezas mentales eficientes, transformándola en estrategia cognitiva cuando estas destrezas se aplican a diversas tareas.

128



Este enfoque cognitivo piagetano es un aspecto en el proceso de aprendizaje y puede ser aplicado plenamente a un estudiante o investigador de postgrado también en ambientes virtuales (Yanes, 2011). Su éxito va a depender de quién utilice este enfoque. También esto sucede en ambientes virtuales, porque efectivamente un investigador en un ambiente de esta característica está permanentemente realizando un juego dialéctico entre conocimientos previos y nuevos conocimientos, y el fortalecimiento de sus estructuras cognoscitivas a través de un proceso constante inteligente de su acomodación al entorno sin perder su identidad. La diferencia está en que el ambiente es distinto –virtual y no presencial– y por ello los medios que se utilizan difieren de un evento de carácter presencial.

Por supuesto que hay otras exigencias que se las pone a este proceso por ejemplo, desde la biología del conocimiento del profesor Humberto Maturana, como entender a los seres humanos como seres autopoieticos y su proceso de aprendizaje como autopoietico autoreferencial con respeto a la identidad de los que aprenden.

## El pensar de Maturana

Los aportes de Maturana son importante para disminuir los efectos negativos del actual desarrollo de la humanidad. Maturana y Nisis señalan que:

... el fenómeno del conocer tiene lugar en la relación cuando la conducta de un organismo resulta adecuada a la conservación de su existencia en un dominio particular. El fenómeno del conocer no ocurre en el sistema nervioso. El sistema nervioso participa en el fluir de las interacciones del



organismo en su circunstancia y modula este fluir, pero no constituye a la conducta porque ésta es un fenómeno relacional (1999, p. 186).

Entonces el fenómeno del conocer no es un fenómeno neurofisiológico, sino de la relación entre un organismo y la circunstancia en la que conserva organización y adaptación.

Maturana y Nisis sostienen que el entender (comprensión):

...requiere un espacio relacional amplio, en el cual uno encuentra una explicación. Yo entiendo una experiencia, en tanto me la explico en un contexto relacional más amplio, por eso es que para entender uno tiene que, por así decirlo, saber mucho más de lo que entiende. Tengo que saber mucho más porque el entender consiste en poder mirar aquello que entiendo, en su dinámica, en los procesos que los constituyen en un espacio relacional mucho más grande. (1999, p. 244).

Maturana y Varela (1995) nos plantean que todo conocer es un hacer por el que conoce, es decir, que todo conocer en el hacer depende de la estructura cognitiva del que conoce. Afirman además que la descripción científica de un fenómeno –en un ambiente presencial o virtual–, es dada por un investigador que está involucrado en dicho fenómeno, pretendiendo que no lo está. Frente a la posición tradicional que el conocer es un conocer “objetivo” del mundo, y por tanto, independiente del observador que hace la interpretación del fenómeno, Varela y Maturana señalan categóricamente que no es posible conocer “objetivamente” fenómenos sociales en los que el propio observador-investigador que describe el fenómeno está involucrado.

Esta afirmación de los biólogos se sostiene en la afirmación de que el contenido del conocimiento es el conocimiento mismo. Plantean una teoría explicativa del proceso operacional que nos muestre cómo surge esta facultad del observador de dar descripciones sobre sí mismo, que nos explique el surgimiento del ser observador, del ser autoconsciente, que no sólo conoce, sino que además comprende. Esta teoría explicativa parte del supuesto que el ser humano, en nuestro caso los estudiantes, se hace continuamente a sí mismo en un operar recursivo, en donde se generan permanentemente la autoconciencia de lo que el propio observador hace. Como no es posible conocer sino lo que hacemos, es decir, cómo nos hacemos, los estudiantes son una continua creación y recreación, un hacerse continuamente a sí mismo. Esto se desprende de las dos propiedades fundamentales del conocer: por una parte, ser conexión entre el observador y su entorno, lo que le permite mantener su individualidad, y al mismo



tiempo, la dimensión interpretativa del conocer, de excedente de significación. El ser cognitivo implica, según Varela en que el:

...organismo, mediante su actividad autoproducida, llega a ser entidad distinta en el espacio, aunque siempre acoplada a su correspondiente medioambiente, del cual, no obstante, será siempre diferente. Un ser distinto coherente que, por el proceso mismo de constituirse (a sí mismo), configura un modelo externo de percepción y acción (2000, p. 66).

Maturana y Varela (1995) nos proponen su teoría de la “circularidad cognoscitiva tautológica” para explicarnos el surgimiento del ser autoconsciente, capaz de comprender. Para explicar el fenómeno de la tautología cognoscitiva, ellos parten de la premisa ya señalada anteriormente, que el contenido del conocimiento es el conocimiento mismo, que los sistemas vivos no actúan por instrucciones o información que surge como anomalía desde el entorno porque no son sistemas triviales. Los seres humanos y los estudiantes entre ellos, son capaces de generar mecanismos explicativos, coherencias operacionales, diversas teorías explicativas que genere por sí misma el fenómeno que se quiere explicar, es decir el fenómeno en el cual el propio observador participa, hablándose por ello de una auto-descripción o auto-conciencia. Estas teorías explicativas son afirmaciones que se validan por sí misma porque el contenido del conocimiento es el propio conocimiento. Es una invitación a enfrentar lo “conocido por crear” como un acto colectivo generoso de aceptación mutua y preocupación por los demás.

130



## La abstracción en el complejo bucle orden/desorden

Otro de los conceptos que interesa desarrollar para la comprensión de los problemas que genera la actual sociedad compleja es la relación orden/desorden. Según Morin (1999), el problema de esta ligazón entre el orden y el desorden es de nivel radical o paradigmático: la definición de una relación tal controla todas las teorías, todos los discursos, toda praxis y por supuesto toda política. Esta relación no debe ser vista como opuestos que se niegan y se buscan para aniquilarse, desintegrarse una en manos de la otra.

La evolución del universo no ha ido en la dirección de la degradación sino que en el incremento de la complejidad, donde las estructuras que van apareciendo presentan relaciones ambiguas, múltiples con un sentido de orden y desorden simultáneo difíciles de abstraer. Prigogine (2000) plantea que el universo se inicia con una inestabilidad como un

cambio de fase, como una transformación irreversible que proviene de otro estado físico anterior al universo que desconocemos.

La materia entonces, se transforma en estructura disipativa con propiedades de mucha sensibilidad, generando entre ellos movimientos coherentes que tienen un alcance mayúsculo en estados múltiples. Según Morín, este segundo principio de la termodinámica plantea una estrecha relación entre orden (organización) y desorden, pero a la vez una relación inversa entre desorden y orden. Cuando el equilibrio se produce, cada molécula sólo ve lo más próximo de su entorno, facilitando su comprensión e idealización. Pero frente a estructuras de no-equilibrio, los elementos de la materia ven más allá de su entorno cercano, volviéndose ésta más “sensible”, viendo más “lejos”, complicando con ello la abstracción.

Todo sistema tiene una función de entropía. Según este último autor, esta función es una función termodinámica que refleja la parte no utilizada aún de la energía de un sistema cualquiera, transformándose en una medida del posible desorden del mismo, creando incertidumbres difíciles de entender pero que desarrollan su movimiento en marcos extremadamente coherentes. Docentes y discentes deben comprender que el no-equilibrio constituye el dominio de la multiplicidad de soluciones, correlaciones de largo alcance que facilitan la construcción de estados coherentes que se dan en áreas de la física, de la química y de la propia vida con su tiempo interno que prosigue durante miles de millones de años, transmitiéndose de una generación a otra, de una especie a otra en un sentido de complejidad.

Pupilos y pupilas no pueden entender el orden y el desorden como polos opuestos, excluyentes aniquiladores el uno del otro. Por el contrario, tienen una función que podríamos llamar poética, porque se van autoorganizando, autocreando en la interrelación, en la interacción. En el desorden se van generando los propios procesos de producción de los componentes que van a constituir las relaciones dentro de un sistema, generando orden posible de abstraer, hasta que elementos entrópicos internos y externos vuelvan a desordenarlos y dificultando su comprensión, su conceptualización por parte de los estudiantes e incluso de los maestros.

Los participantes de un salón de clases deben comprender guiados por su tutor o tutora que el orden es no sólo exterior, sino que por el contrario es interno, inseparable de la materialidad específica de los elementos en interacciones y de esas interacciones mismas. Es decir, es regido por los fenómenos que rige. Morín agrega que cada uno de los átomos de nuestro cuerpo depende de un orden gravitacional, el cual está ligado a su vez de las interacciones de cada átomo de nuestro cuerpo con su entorno.



El orden entonces debe ser entendido por los estudiantes como interdependiente, además de relativo y relacional, local pero de largo alcance y con capacidad de enfrentar las perturbaciones incluso del entorno más lejano. Y finalmente, podemos decir con este autor que el orden es capaz de progresar, transformándose constantemente. A mayor complejidad de la organización, los estudiantes tienen que asumir que la realidad es mucho más rica en desorden y más difícil su abstracción.

## Pensamiento transdisciplinar y la abstracción

Frente a la actual crisis, es importante el rol del pensamiento, lógico, complejo y abstracto en el aula para que discentes y docentes entiendan las incertidumbres que nos entrega el mundo actual real en su desarrollo. Buganza y Sarquís (2009) plantean que la teoría de la transdisciplina<sup>6</sup> aparece como una respuesta filosófica para la mejor comprensión a los descubrimientos de la física cuántica, al surgimiento de las nuevas ciencias de la información y al desarrollo de la sociedad y de la teoría general de sistemas a partir de la segunda mitad del siglo pasado. Según estos autores, la transdisciplina propone de manera urgente un cambio de visión del ser humano y su sociedad para entender los actuales caminos de la compleja sociedad planetaria.

Desde la perspectiva señalada, Buganza y Sarquís indican que si:

... uno acepta una nueva causalidad global que concierne al sistema de todas las entidades físicas en su conjunto, la paradoja se diluye. Sólo hay que reconocer la “sinergia”: una colectividad siempre es más que la suma de sus partes. Pero este principio fundamental no puede ser apreciado desde cualquier posición no holística, que presupone lo observado como un conjunto de partes interdependientes entre sí, donde el investigador trata de considerar la forma en que todas estas partes trabajan, se afectan y condicionan mutuamente en forma simultánea; de ahí que se deba considerar el fenómeno estudiado como un todo (2009, p. 48).

La sinergia debe ser enseñada a los estudiantes como posible de observar cuando emerge un nuevo fenómeno en los marcos de un todo que se puede apreciar funcionando, porque la realidad no está fragmentada sino unida por vínculos que no siempre son fáciles de percibir.

Esta crisis que vive la humanidad está generando en la población mundial grandes movimientos sociales que cuestionan la situación actual que provocan las políticas de los gobiernos. Los actuales grupos sociales

y políticos emergentes empiezan a tomar conciencia que la racionalidad clásica cartesiana con base en simples percepciones con la cual se ha construido la vida social hasta hoy día, ya no permite ni entender el mundo en que vivimos, ni proponer cambios sustantivos para cambiar la amenaza crucial a que ha sido sometido el planeta. La exigencia es crear una nueva forma de pensar, en especial en el sistema educacional planetario en relación a nuestro mundo, con una epistemología distinta construida con abstracciones científicas que nos proporcione una idea de la realidad más allá de las sensaciones inmediatas.

Martínez señala que:

En los seres vivos, y sobre todo en los seres humanos, se dan estructuras de un altísimo nivel de complejidad, las cuales están constituidas por sistemas de sistemas (...). La naturaleza es un todo polisistémico que se rebela cuando es reducido a sus elementos. (...) porque, así reducido, pierde las cualidades emergentes del “todo” y la acción de éstas sobre cada una de las partes (2003, pp. 129-130).

133  
S

Es decir, los estudiantes lo ven como pensamiento simple que no ve más allá de su entorno cercano. Por el contrario, este todo es polisistémico, agrega Martínez, que “...nos obligan a adoptar una metodología transdisciplinaria para poder captar la riqueza de la interacción entre los diferentes subsistemas que estudian las disciplinas particulares”. Y esta transdisciplinariedad es una nueva forma de pensar que conduce a los discípulos en su parainfo a una abstracción dialógica porque no es simplemente la suma de varias disciplinas o multidisciplinariedad. Se trata, según Martínez, de que en este proceso cognitivo se exija “respetar la interacción entre los objetos de estudio de las diferentes disciplinas y lograr la transformación e integración de sus aportes respectivos en un todo coherente y lógico”.

La transdisciplinariedad es una forma de organizar el conocimiento a través de abstracciones científicas lógicas que articula de una nueva manera los saberes. Esta nueva forma de ver, de abstraer lógicamente el mundo real, debiera entregar en el sistema escolar una mejor comprensión de nuestra existencia para posibilitarnos una forma distinta de habitar la tierra en esta era planetaria.

Nicolescu señala que:

La *transdisciplinariedad* comprende, como el prefijo “trans” lo indica, lo que está, a la vez, *entre* las disciplinas, a *través* de las diferentes disciplinas y *más allá* de toda disciplina. Su finalidad es la *comprensión del mundo presente*, y uno de sus imperativos es la unidad del conocimiento (1996, p. 37).

La transdisciplinariedad invita a docentes y discentes a entender que cada fragmento de la visión piramidal del conocimiento no es una pirámide continua, entera. Existe espacio entre los objetos de las disciplinas y más allá de ellas, y la transdisciplinariedad lo supone lleno como el vacío cuántico, vacío fracturado pero que reúne todas las potencialidades de la emergencia de nuevos sucesos, a pesar de las dificultades para realizar abstracciones de esos momentos. Es una visión holística de la realidad a través de un pensamiento ecologizado. El conocimiento transdisciplinar (Yanes, 2015) busca que los estudiantes asuman la comprensión multidimensional y multirreferencial de la realidad, desarrollando y fortaleciendo el “conocimiento del conocimiento” como una característica fundamental de la epistemología dialógica del pensamiento complejo, con el fin de avanzar en la unidad del conocimiento en la búsqueda de una nueva racionalidad. Esto significa que los diferentes niveles de realidad son posibles de conocer porque a su vez existen diferentes niveles de percepción entre los observadores que incluye zonas de no-resistencia a esa percepción. El sujeto transdisciplinario es configurado a partir de estos niveles de percepción y sus zonas complementarias de no-resistencia.

Nicolescu nos dice que:

La estructura discontinua de los niveles de realidad<sup>7</sup> determina *la estructura discontinua del espacio transdisciplinario* que, a su vez, explica a los participantes en el proceso educativo, por qué la investigación transdisciplinaria es radicalmente diferente de la investigación disciplinaria, siendo a su vez complementarias. La investigación disciplinaria concierne, a lo sumo, a un solo y mismo nivel de realidad, de hecho, en la mayoría de los casos comprende fragmentos de un único y mismo nivel de realidad. En cambio, la transdisciplinariedad se interesa por la dinámica generada por la acción de varios niveles de realidad a la vez. El descubrimiento de esta dinámica tiene que pasar por el conocimiento disciplinar. La transdisciplinariedad, sin ser una nueva disciplina o una nueva hiperdisciplina, se nutre de la investigación disciplinaria que, a su vez, se explica de una manera nueva y fecunda por medio del conocimiento transdisciplinar. En este sentido, los investigadores y docentes disciplinarios y transdisciplinarios no son antagonicos, sino complementarios (1996, pp. 37-38).

El enfoque transdisciplinar provocará una trascendental revolución en la educación con sus abstracciones dialógicas, porque busca en la sala de clases superar el paradigma disciplinar simple y su único nivel de realidad. Por el contrario, comprender que lo que nos constituye supera las barreras demarcatorias de la simplicidad de las disciplinas, y para su

comprensión entre los estudiantes pasa por desarrollar multicapacidades con abstracciones complejas para construir una visión sistémica y transdisciplinar de la realidad en la cual nos formamos y vivimos.

El sistema educacional debe asumir también como uno de sus fundamentos, la existencia de un nuevo principio de la relatividad que nos permitiría comprender que muchos componentes de la realidad son realidades diversas el mismo tiempo constituyendo un mundo complejo, por ejemplo, para entender religión, política, arte, etc. Esta complejidad socio-ideológica de las diversas realidades entendidas en su conjunto, podría cambiar la perspectiva de muchos de sus componentes.

Desde este supuesto teórico epistemológico se plantea un nuevo tipo de causalidad. A los estudiantes debe ser explicada que esta causalidad es a escala cuántica de lo infinitamente pequeño y breve. Buganza y Sarquís indican que:

Frente a la continuidad y certidumbre mecánica del mundo macroscópico, el mundo subatómico que es discontinuo y probabilístico ofrece un panorama inexplicable para la física newtoniana. Una nueva causalidad existe en la escala cuántica: la escala de lo infinitamente pequeño e infinitamente breve. Una cantidad física tiene, según la mecánica cuántica, varios valores posibles, afectados por probabilidades (2009, p. 46).

Pero hay que advertir a los educandos que de acuerdo a Nicolescu, a pesar de la probabilidad de varios valores posibles, en realidad:

... en una medida experimental, se obtiene un *sólo* resultado para la cantidad física en cuestión. Esta brusca abolición de la pluralidad de los valores posibles de una “observable” física, por medio del acto de medida, tenía una naturaleza oscura, pero indicaba claramente la existencia de un nuevo tipo de causalidad (1996, p. 21).

Sólo muchas décadas después se puede aclarar esta nueva causalidad, según Nicolescu, con el teorema de Bell<sup>8</sup> y con experiencias además de gran precisión.

Buganza y Sarquís agregan que si:

... uno acepta una nueva causalidad global que concierne al sistema de todas las entidades físicas en su conjunto, la paradoja se diluye. Sólo hay que reconocer la “sinergia”: una colectividad siempre es más que la suma de sus partes. Pero este principio fundamental no puede ser apreciado (y abstraído) desde cualquier posición no holística, que presupone lo observado como un conjunto de partes interdependientes entre sí, donde el investigador trata de considerar la forma en que todas estas partes trabajan, se afectan y condicionan mutuamente en forma



simultánea; de ahí que se deba considerar el fenómeno estudiado como un todo (2009, p. 48).

La sinergia debe ser enseñada a los estudiantes como posible de observar cuando emerge un nuevo fenómeno en los marcos de un todo que se puede apreciar funcionando, porque la realidad no está fragmentada sino unida por vínculos que no siempre son fáciles de percibir.

## La Lógica del tercero incluido en el proceso de aprendizaje

Otro aspecto importante a desarrollar para entender la crisis actual de la sociedad mundial, es la creación de una nueva lógica formal. Como otra característica de las abstracciones que nacen de la transdisciplinariedad, se plantea a partir de Lupasco (1951) una nueva lógica formal, matematizable, no contradictoria y multivalente de tres valores: A, no-A y Tercero (T) incluido. Nicolescu señala que:

La comprensión del axioma del tercero incluido –existe un tercer término T que es a la vez A y no A- se aclara por completo cuando se introduce la noción de “niveles de realidad”. Para obtener una imagen clara del sentido del tercero incluido, representemos los tres términos de la nueva lógica –A, no-A y T- y sus dinamismos asociados por un triángulo del que uno de sus vértices se sitúa a un nivel de realidad y los otros dos vértices en otro nivel de realidad. Si uno se queda en un solo nivel de realidad, cualquier manifestación aparece como una lucha entre dos elementos contradictorios (ejemplo: onda A y corpúsculo no-A). El tercer dinamismo, el del estado T, se ejerce en otro nivel de realidad, donde lo que aparece como desunido (onda o corpúsculo) en realidad está unido (quanton), y lo que aparece contradictorio se percibe como no-contradictorio. La proyección de T sobre un único y mismo nivel de realidad produce la apariencia de los pares antagónicos, mutuamente excluyentes (A y no-A). Un único y mismo nivel de realidad de T sólo puede engendrar oposiciones antagónicas. Por su propia naturaleza, es auto-destructor si se separa del todo de los demás niveles de realidad. Un tercer término, digamos T, que está situado sobre el mismo nivel de realidad que los opuestos A y no-A, no puede conciliar. La “síntesis” entre A y no-A sería más bien una explosión de inmensa energía, como la producida por el encuentro entre la materia y la antimateria (1996, pp. 28-29).

Podemos sostener con Nicolescu, que con el postulado del tercero incluido se supera en el aula la comprensión binaria sujeto/objeto de la



física clásica pasando a una comprensión ternaria, donde el sujeto transdisciplinario-tercero incluido-objeto transdisciplinario se transforman en los constituyentes lógicos de esta nueva visión entre investigadores, estudiantes y sus tutores. Se supera la concepción de pares de contradictorios que se excluyen mutuamente (A y no-A), que implica por ejemplo la exclusión mutua de onda y corpúsculo, de continuidad y discontinuidad, causalidad local y regional y global, separabilidad y no-separabilidad. Los alumnos deben comprender que un nivel único de realidad crea entre estos pares contradictorios sólo oposiciones antagonistas, transformándose en autodestructivas por estar separados los niveles entre sí, y porque T no puede realizar su conciliación. En la lógica del tercero incluido, tanto los aprendices como los tutores deben asumir que si hay conciliación es porque la triada hegeliana coexiste en el mismo momento, permitiendo que estos componentes contradictorios construyan una unidad más amplia que los incluya. Esta lógica del tercero incluido no supera la lógica del tercero excluido. Esta última sigue siendo válida para situaciones simples, distintas a los casos complejos transdisciplinarios. Pero es un nuevo tipo de simplicidad que se encuentra restringido en su ámbito de validez.

Se puede concluir que en el sistema educacional, la unidad unidimensional del pensamiento clásico puede ser reemplazado con el enfoque transdisciplinario por una realidad multidimensional, donde existen un cierto número de niveles de realidad. Estos niveles cuando son adyacentes están conectados por la lógica del medio incluido. Hay una coherencia entre estos diferentes niveles de realidad, una auto consistencia, que en el mundo cósmico pareciera que rige su evolución a través de un flujo de información que todo lo atraviesa, de un nivel de realidad a otro nivel. Pero esta descripción de la coherencia entre los diversos niveles de realidad no supone una teoría completa, cerrada en sí misma. Es una estructura teórica abierta de la unidad de los niveles de realidad. Y es abierta porque cuando ella recorre varios pares mutuamente excluyentes, la teoría que permitió ese recorrido se agota y es necesario construir nuevas teorías que eliminen las contradicciones. Esto nos lleva a descubrir nuevos niveles contradictorios situados en un nivel distinto de realidad. Y así, cada comprensión de niveles superiores de realidad conducirá a los estudiantes hacia la construcción de teorías aún más unificadas, proceso que continuara indefinidamente sin producir jamás una teoría completamente unificada. Es la base del desarrollo del conocimiento, que es siempre abierto y se mueve a través de una flecha como rastreo permanente en la transmisión de información de un nivel a otro cada vez más complejo y unificador, pero sin posibilidad de construir una teoría completa final.

Las transformaciones que las teorías de la complejidad y transdisciplinariedad podrían provocar en el sistema educacional planetario, permitiría a los aprendices y tutores establecer en el aula vínculos entre las personas, hechos, imágenes, sucesos, acontecimientos, representaciones y diversas acciones, entre otros, lo que nos permitiría entender mejor el Eros del aprendizaje constante, permanente, de toda la vida, porque la creatividad de los seres humanos, y en particular de los estudiantes e investigadores, se basa en esta forma de ver la realidad que los envuelve como algo en permanente vinculación de todos los sucesos, de esta interacción permanente, de la búsqueda de conocer todos los niveles posibles de realidad.

138



## Conclusiones

Transformar la educación es una de las tareas principales de nuestros países en Latinoamérica. Estos cambios permitirían desarrollar una nueva forma de pensar entre los estudiantes en todos sus niveles de formación, en los profesores y en los profesionales en general. Esto crearía una nueva situación cultural, científica y tecnológica que nos permitiría entender mejor los problemas críticos que hoy día sumergen a nuestras naciones en el subdesarrollo, y ayudar a superar las profundas crisis ecológicas y de cambio climático que amenazan la vida de millones de seres humanos. Transformaciones de esta envergadura obliga a nuestros pueblos y gobiernos a modificar sus visiones de la vida social, y contraer paradigmas no muy conocidos en la cultura actual de nuestra sociedad. Exige con urgencia alcanzar una mirada distinta basada en el pensamiento sistémico, transdisciplinar, holístico y complejo, basado en todas las ciencias de punta que hoy día imperan en el mundo. La aplicación de la física cuántica, de los adelantos de la química, de la biología del conocer no puede seguir manteniéndose desconocidos para nuestros profesores y alumnos. El camino obligado es hoy construir una nueva epistemología a partir de estas ciencias, superando de una vez por todo el pensamiento tradicional cartesiano e ingenieril basado en la física clásica newtoniana.

## Notas

- 1 Abstracción (Nicolescu, 1996: 23): Afirma que “La física cuántica nos ha permitido descubrir que la abstracción no es sólo un intermediario entre nosotros y la Naturaleza, una herramienta para describir la realidad, sino una de las partes constitutivas de la Naturaleza. En la física cuántica, el formalismo matemático es inseparable de

la experiencia. Resiste a su manera, tanto por su preocupación de auto-consistencia interna como por su necesidad de integrar los datos experimentales sin destruir dicha auto-consistencia. Por otra parte, en la realidad llamada “virtual” o en las imágenes de síntesis, las ecuaciones matemáticas resisten: la misma ecuación matemática hace surgir infinitas imágenes. Las imágenes germinan en las ecuaciones o en las series de números. Así, la abstracción hace parte integral de la realidad”.

- 2 Complejidad (Morín): La complejidad plantea incertidumbre e indecibilidad, sin llegar al escepticismo. El pensamiento está condenado a afrontar las contradicciones sin poder jamás terminar con ellas. Ello obliga a la necesidad de buscar una meta-nivel para “superar” esta contradicción sin negarla. No es lograr la síntesis porque sigue incluyendo incertidumbres y problemas por la aventura sin límites del conocimiento. La complejidad es la unión de la simplicidad y de la complejidad; es la unión de los procesos de simplificación que implican selección, jerarquización, separación, reducción, con los otros contra-procesos que implican la comunicación, la articulación de aquello que está disociado y distinguido; y es el escapar de la alternativa entre el pensamiento reductor que no ve más que los elementos y el pensamiento globalista que no ve más que el todo. Es decir, la complejidad se halla en el corazón de la relación entre lo simple y lo complejo porque es a la vez antagonista y complementaria. Es la integración de lo local en lo global y viceversa.
- 3 Aula (Maturana): Las relaciones y la interactividad en el aula es un dominio de acciones donde aprendices y tutores viven lo que viven en el fluir del lenguaje, que funda lo humano en la convivencia de conversaciones. En el aula se abren espacios de interacciones recurrentes con alumnos/as donde la presencia de todos/as debe ser legítima, y toda negación sea responsable porque se hace sólo desde el punto de vista del que la efectúa y no sobre la base de alguna verdad absoluta. Es una unidad discreta que opera en una dinámica interna y relacional que tiene como fin la continua realización de cada uno de sus integrantes y del grupo como colectivo. En el aula, tutores/as y aprendices generan constantemente la red de producciones y transformaciones que la definen como esa aula y no otra.
- 4 Condición Autopoiética (Yanes): La concepción de autopoiésis de Maturana aplicada por extensión a los alumnos consiste en que se trata de unidades organizadas como sistemas que generan sus propios procesos de producción de componentes y relaciones entre ellos a través de sus continuas interacciones y transformaciones, y constituyéndose de esta manera como unidad en un espacio físico determinado. Los estudiantes se transforman en sus procesos de entropías internas gatillados –y sólo gatillados– por el entorno con sus anomalías y perturbaciones, pero los cambios que se especifican dentro de ellos son seleccionados por los propios estudiantes afectados en función de su mantención como seres con características autopoiéticas. Los seres vivos, entre ellos los alumnos/as en aprendizaje poseen un cierre autorreferencial que implica que no aceptan que sus conductas sean rendimientos o expresiones del input exterior. Es el alumno/a como ser vivo el que construye todo lo que cuenta en el propio sistema.
- 5 Seres energocibernéticos (Yanes): Están relacionado con su carácter de máquinas (biológicas) con capacidades de incrementar constantemente, a través de nuevas formas de pensar, la variedad residual estructural que poseen como seres humanos, lo cual les permite generar profundos cambios internos con el fin de superar la resistencia del medio o entorno caosógeno condicionado por la complejidad, la incertidumbre y el caos. Esta propiedad de los seres humanos como seres energocibernéticos complejos, les permite crear o inventar los sistemas adaptativos corres-

pondientes, conservando sus propiedades autopoieticas y de identidad a través de las diversidades de lenguaje, sistemas de comunicación, visiones paradigmáticas y epistemológicas, nuevas invenciones, conocimiento profundo de la sociedad, inteligencia artificial, en fin con el conjunto de la cultura que la sociedad ha ido creando. Todo lo cual ayuda no sólo a garantizar su existencia, desarrollo y permanencia como organismo vivo complejo, sino que lo deja en condiciones de provocar mutaciones fundamentales en ese entorno que lo perturba con sus anomalías.

- 6 Transdisciplina (Nicolescu): Para entender la transdisciplina, tutores y aprendices tienen que avanzar más allá de la ruptura sistémica. Es necesario comprender también la ruptura epistemológica de segundo orden, es decir, la dinámica interna de un objeto. Ella busca romper la noción de sujeto separado del objeto, incluyendo en cambio lo que se denomina actividad objetivadora del sujeto, ampliando los límites de la objetividad. La transdisciplina indica “ir más allá” de las disciplinas, trascenderlas. Las disciplinas no son capaces de dar cuenta de la interacción sujeto-objeto y de la trascendencia del primero. Si las disciplinas establecen campos de indagación de fragmentos del cosmos, la naturaleza y la sociedad, la transdisciplina trata de comprender el mundo desde la unidad del conocimiento, desde la totalidad como diálogo de perspectivas, como diversidad, no como unificación.
- 7 Niveles de Realidad (Nicolescu): Es todo aquello que en nuestras imágenes y abstracciones, e incluso formulaciones matemáticas tiene dificultad para ser representadas. Es una realidad accesible a nuestros conocimientos pero con un nivel de resistencia para ser efectivamente representada, incluso habrá parte de ella que permanecerá siempre oculta a nuestra visión humana, pero que paradójicamente nos constituye, nos configura pero no con la claridad innegable de la representación. Las formulaciones matemáticas preocupadas de su consistencia interna, también tiene dificultades para integrar los datos de esa realidad que se muestra esquiva
- 8 Teorema de Bell: Se aplica en mecánica cuántica para cuantificar matemáticamente las implicaciones planteadas teóricamente en la paradoja de Einstein-Podolsky-Rosen y permitir así su demostración experimental. Debe su nombre al científico norirlandés John S. Bell, que la presentó en 1964. El teorema de Bell es un metateorema que muestra que las predicciones de la mecánica cuántica (MC) no son intuitivas, y afecta a temas filosóficos fundamentales de la física moderna. Es el legado más famoso del físico John S. Bell. El teorema de Bell es un teorema de imposibilidad, que afirma que: Ninguna teoría física de variables ocultas locales puede reproducir todas las predicciones de la mecánica cuántica (Wikipedia, visitado el 31 de mayo de 2014).

140



## Bibliografía

ANDRADE, Raisa et al.

2001 *El paradigma complejo. Un cadáver exquisito*. Panamá: Universidad Interamericana de Educación a Distancia de Panamá.

BUGANZA, Jorge y Sarquis, Jacob

2009 *La teoría del conocimiento transdisciplinar a partir del Manifiesto de Basarab Nicolescu*. Argentina. Universidad Nacional de San Luis Fundamentos en Humanidades –Año X – Número I.

CAMPBELL Jeremy

1997 *La máquina increíble*. Santiago: Fondo de Cultura Económica.

FREIRE, Paulo

- 1969 *La educación como práctica de la libertad*. España: Siglo XXI.  
 2012 Educación problematizadora. En: <http://futuroseducadoresvedia.blogspot.com/2012/11/educacion-problematizadora.html> [En línea].

HAWKING, Stephen

- 2004 *A hombros de gigantes Las grandes obras de la Física y la Astronomía*. Edición de Stephen Hawking. Barcelona: Crítica.  
 2008 *La Teoría del Todo. El origen y el destino del Universo*. Debate. Buenos Aires.

LUPASCO, Stéphane

- 1951 *Le principe d'antagonisme et la logique de l'énergie. Prologomènes à une science de la contradiction*. Paris: Hermann & Co.

MARTÍNEZ, Miguel

- 2003 Transdisciplinariedad un enfoque para la complejidad del mundo. En: *Revista Visión docente con-ciencia, No. 1* Julio. Disponible en: <http://es.slideshare.net/edelinbravo29/1-lg-transdisciplinariedad-miguel-martinez-migulez> [En línea].

MATURANA, Humberto & VARELA, Francisco

- 1995 *De máquinas y seres vivos. Autopoiésis: la organización de lo vivo* Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

MATURANA, Humberto & NISIS, Sima

- 1999 *Transformación en la convivencia*. Santiago de Chile: Dolmen.

MORIN, Edgar

- 1999 *7 saberes*. Traducción Mercedes Vallejo Gómez. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morín.

NICOLESCU, Basarab

- 1996 *La transdisciplinariedad. Manifiesto*. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morín.

PIAGET, Jean, & INHELDER, Bärbel

- 1973 *Memory and intelligence*. Londres: Routledge y Kegan Paul.

PRIGOGINE, Ilya

- 2000 *El nacimiento del tiempo*. Barcelona: Tusquets Editores. VARELA, Francisco  
 2000 *El fenómeno de la vida*. Santiago de Chile: Ediciones Dolmen.

YANES, Jaime

- 2011 Paulo Freire, la “educación problematizadora” y los ambientes virtuales de aprendizaje”. En: <http://www.pensarlopensado.com/2011/11/paulo-freire-la-educacion.html> [En línea].  
 2012 El caos, el orden y la escuela. En: <http://www.pensarlopensado.com/2012/07/el-caos-el-orden-y-la-escuela.html> [En línea].  
 2015 *Complejidad y calidad de la educación*. Santiago de Chile: Ediciones Ril.



Fecha de recepción del documento: 5 de julio de 2016  
 Fecha de aprobación del documento: 15 de agosto de 2016